PRIMA LEZIONE DATA DAL D.RE ANTONIO PACINOTTI IL GIORNO 11...

Antonio Pacinotti

PRIMA LEZIONE

DATA DAL

D.re ANTONIO PACINOTTI

il giorno 11 Gennaio 1871

NEKLA

UNIVERSITÀ DI [illegible]

BOLOGNA
Società Tipografica dei Compositori
1871.

Signori,

Questa Cattedra universitaria di fisica è vacante. Un concorso, che terminò alla metà di novembre, raccolse i nomi dei Fisici che a questa aspirano, ed una Commissione governativa esamina i titoli dei Concorrenti, onde proporre fra essi il titolare. Io non concorsi, e son desideroso di continuare nell' indirizzo nel quale mi trovo degli studi specialmente di Fisica applicata. Ma intanto durante i lavori della Commissione esaminatrice sarebbe passato un tempo prezioso per l' insegnamento della fisica in questa Università, ed il Ministero e le Autorità universitarie mi fecero premura onde accettassi di supplire. Avendo ormai da tempo dedicata l'opera mia all' insegnamento della Fisica in questa illustre città, ho creduto mio dovere l' accettare l'incarico temporaneo che il Ministero mi affidava, ed ho assunto l' impegno di dare in questa scuola un corso di Fisica sperimentale.

In questa prima lezione mi propongo di dare una idea generale dello scopo degli studi di Fisica, e del metodo che in essi bisogna seguire per procedere con sicurezza verso il riconoscimento della verità.

Φυσις in greco indicava Natura, e Fisica per molto tempo indicò lo studio totale dei fatti di natura. Tale estesa significazione viene espressa attualmente con due parole: *studi fisici;* i quali studi comprendono tutte le conoscenze dei corpi e dei loro fenomeni, ma si dividono in molte scienze sorelle; fra queste la Fisica propriamente detta conserva la parte fondamentale per la spiegazion dei fenomeni.

Tale divisione è stata resa necessaria dalla abbondanza delle cognizioni che modernamente ha prodotto l'applicazione allo studio della natura di un metodo di ricerca affatto naturale: voglio dire del *metodo induttivo.* Riconoscendo in che consista il metodo induttivo, si fa un gran passo nello studio della natura; non solo perchè ci mettiamo in grado di applicare il metodo che solo è valevole in tale studio, ma anche perchè insieme siamo obbligati a riconoscere il carattere delle spiegazioni che da esso derivano.

Il metodo induttivo parte dalle sensazioni che proviamo, e procede con confronti che stabiliscono delle analogie o delle differenze, e ci conducono gradatamente a formarci delle idee generali.

Una delle prime idee generali con la quale

siamo grandemente abituati è quella appunto di corpo. Abbiamo riconosciuto praticamente che ciò che può agire sopra uno dei nostri sensi può in opportune circostanze agire sopra altri; un oggetto che, per esempio, si fa vedere indica qualcosa di esistente, qualcosa che possiede molte proprietà, qualcosa di non completamente conosciuto che diciamo *corpo.* Seguitando l'esame di diversi corpi, molte volte troviamo che ciascuno non muta nelle sue manifestazioni, che resta tal quale, e ad esprimere questo carattere comune della permanenza ammettiamo che in ogni corpo sussista un principio immutabile, che diciamo *materia.* Ma talora delle mutazioni avvengono fra i corpi, avvengono dei fenomeni, sicchè un qualche cosa influenza la materia che di per sè rimarrebbe tal quale; alle cagioni dei mutamenti che intervengono fra i corpi diamo il nome di *forze.* Ecco dello zucchero, del clorato di potassa, dell'acido solforico; ciascuno di questi corpi può rimaner tal quale, può conservare lo stesso aspetto, lo stesso sapore, lo stesso peso: in ciascuno vi è una materia immutabile. Mescoliamo lo zucchero ed il clorato, allorquando si aggiunga qualche goccia di acido solforico non restan più inalterati, una profonda mutazione interviene, la diciamo prodotta da forze molecolari. La mutazione più semplice che ci offrano i corpi è quella della reciproca loro posizione, tal mutazione ha ricevuto il nome di *movimento;* come una qualunque mu-

tazione, il movimento verrà generato da qualche forza. La memoria dei successivi movimenti produce in noi le idee generali di *tempo* e di *spazio*. Ogni volta che questo pendolo ha scorso dall' uno all' altro estremo della sua oscillazione è passato un minuto secondo di tempo, cioè il Sole ha avanzato della dugentoquarantesima parte di un grado nel suo apparente giro diurno.

Le stesse circostanze si verificano al principio di ogni oscillazione del pendolo, ed ogni oscillazione si ripete egualmente. Non solo per le oscillazioni pendolari, ma in generale per qualunque fatto si verifica il principio che: « quando si riproducono tutte le medesime circostanze iniziali, lo stesso fenomeno ne consegue immancabilmente ». Questo, che potrebbe dirsi principio della conseguenza, è il fondamento di ogni fisica certezza; esso è la base sulla quale si può appoggiare per trarre deduzioni e prevedere i fenomeni. Tutta la difficoltà però della applicazione di tal principio sta nel riconoscimento della completa identità delle circostanze iniziali. Certamente se tornassimo ad aggiungere dell' acido solforico ad una mescolanza di clorato di potassa e di zucchero eguale a quella poco fa adoprata, potremmo star sicuri di riottenere lo stesso fenomeno di combustione; ma bisognerebbe ben guardarsi dagli errori, dallo adoprar, per esempio, come zucchero della polvere di marmo.

Una assoluta certezza di non potersi ingan-

nare la ha solo Quegli che vede tutte le leggi della natura; ma tali leggi non si presentano alla mente umana per via di intuizione; e solo possiamo gradatamente avvicinarci al loro riconoscimento applicando il metodo induttivo ai fatti bene esaminati. Le esperienze servono molto opportunamente nell'esame dei fatti, venendo condotte con una critica sincera. Chi fa esperienze dispone le circostanze nelle quali si producono i fenomeni che studia, cercando di avvertirle e misurarle per quanto meglio può; e, mutando convenientemente gli elementi iniziali, cerca di riconoscere le relazioni costanti fra essi e gli elementi dei fatti conseguenti. Vengon dette *leggi fisiche* le relazioni costanti riscontrate fra i vari elementi di una serie di fatti. Queste leggi hanno una importanza pratica, immediata e sicura, riuscendo di gran giovamento nelle applicazioni; ma può accadere di doversi guardare dallo annettere ad esse un valore filosofico che loro attribuisca una generalità eccedente le constatazioni che esse rappresentano. Con un esempio semplice cercherò di precisare questo concetto.

Adoprando la mano getto un pezzo di legno, adoprando una balestra, un fucile pneumatico, getto pezzi di ferro, o di piombo. Nessuno di questi proiettili è sortito dalla stanza, tutti giacciono in quiete. Questo essersi fermato costituisce un elemento di fatto comune alla nostra serie di fenomeni, che ha qualche importanza pratica.

Qualcuno, che, non avendo sperimentato da sè, ricevesse la descrizione dello stato iniziale e finale dei corpi, o che nell'osservare trascurasse di tener conto di certe circostanze intermedie fra quei due stati, potrebbe da molti altri esempi esser tentato a supporre la materia pigra, e ad esprimere come enunciato generale che i corpi abbandonati in movimento si fermano; sarebbe quest'enunciato una legge della natura? Non possiamo accettarlo nemmeno come legge fisica. Invece è una legge fisica, e la più fondamentale, che « un corpo qualunque abbandonato a se stesso continua indefinitamente nel movimento del quale è stato dotato ». Non entro nella discussione che stabilisce questa legge conosciuta, perchè attualmente ho solo voluto indicare un esempio degli errori profondi ai quali può condurre il *grossolanismo* negli apprezzamenti dei fatti di natura.

La necessità che la osservazione accurata e l'esperienza accompagni sempre come guida fedele le induzioni, e controlli come giudice imparziale le deduzioni delle teorie, potrebbe venir dimostrata con la storia dell'umano progresso nelle nozioni fisiche; noi solo incidentalmente sfioreremo appena quest'argomento.

Dobbiamo al primo ed al secondo Bacone, ed al Galileo, l'aver messo in evidenza l'importanza del metodo sperimentale induttivo. Dobbiamo ad essi quello impulso che in tre secoli ha prodotto le attuali scienze naturali ed i vantaggi delle loro applicazioni. Invece gli antichi filosofi seb-

bene molto pensassero, e con menti potenti, come ci provano le loro stupende produzioni matematiche, ben poco progredirono nella fisica, mentre poco sperimentarono. Giustizia vuole però che si avverta che lo sperimentare con profitto doveva riuscire molto più difficile in antico che attualmente. Circondati da popolazioni armigere e rozze, gli antichi filosofi non ottenevan da esse i sussidii di mezzi e di lavoro, che le nostre istituzioni e le arti ora ci offrono. Attualmente ogni laboratorio, ogni osservatorio è ripieno di un materiale costoso di strumenti di ricerca che rappresenta una valida cooperazione degli artisti nei lavori degli scienziati. D'altra parte, lo stesso Galileo e l'Huyghens nella produzione dei loro cannocchiali ci diedero l'esempio che l'esperimentatore non deve trascurare di adoperare il proprio tempo e le proprie mani nel perfezionare i processi d'arte occorrenti alla costruzione degli strumenti; e tale esempio vien seguito generalmente. Attualmente le arti e le scienze sperimentali si aiutano molto a vicenda.

L'Astronomia fu la prima delle scienze fisiche, che venisse coltivata con cura. Gli Indiani ed i Chinesi fanno risalire le loro memorie astronomiche a 3000 anni avanti l'era volgare, ed i Caldei a 2000. Il numero e lo splendore degli astri nelle notti serene, il silenzioso e perenne lor moto nella immensità dello spazio offre una scena misteriosa e sublime tanto, che

sempre ha richiamato le menti alla contemplazione, allo studio. E lo studio dei movimenti del cielo dovette acquistare crescente interesse quando si videro le stagioni della terra dipendenti dalle posizioni del Sole sulla sfera stellata, quando venner predetti gli eclissi con qualche esattezza.

Fino da 600 anni avanti l'era volgare Pitagora aveva concepito molte vedute circa i movimenti dei corpi celesti, le quali ben coincidono con quanto ora ne sappiamo di sicuro. Pitagora insegnava che una apparenza fallace mostra immobile la terra circondata dai giri degli astri. Spiegava il movimento diurno apparente della sfera celeste con una rotazione della terra da ponente a levante; ed il movimento del sole e dei pianeti sulla sfera col supporre che la terra e gli altri pianeti girassero intorno al sole in orbite chiuse. Le stelle, sebben piccolissime in apparenza, ammetteva che fossero grandissimi Soli, e rendeva conto della loro estrema piccolezza apparente indicando che le loro distanze dal sistema solare sono affatto immense.

Tutto ciò è giusto; e le moderne misure fatte con buoni circoli divisi, muniti di cannocchiale, e con buoni orologi, hanno assegnato le grandezze delle orbite e quelle dei pianeti, fra le quali notiamo specialmente: il Raggio della Terra di 6,367 chilometri; il Raggio del Sole di 712,000 chilometri; la distanza della Terra dal Sole di 152,000,000 chilometri.

La distanza poi delle stelle è affatto immensa: la luce mentre impiega a venirci dal Sole minuti 8 e 13 secondi; a venirci dalla 61ª del Cigno impiega anni 9; dalla Vega anni 14; dai limiti della Via lattea anni 30; dalle deboli nebulose d'anni molte migliaia.

Mentre le stelle appariscono come punti luminosi, le nebulose hanno sensibili dimensioni apparenti rivestite di pallida luce. Guardate con forti cannocchiali le nebulose si veggono amplificate, ed alcune di esse si voggon costituite da molte minutissime stelle. Le nebulose che i forti cannocchiali mostran formate da un ammasso di stelle vengon dette risolute; delle rimanenti varie son risolvibili, ma alcune anche irrisolvibili. La via lattea è quella zona luminosa che fascia attorno il cielo; essa è costituita da minutissime stelle, è una gran nebulosa della quale fa parte il nostro Sole, e che sembra avere la forma complessiva di un immenso anello.

Ma intanto notiamo che le vedute di Pitagora sebben giuste, perchè non appoggiate ad una base di fatti assicurata, rimasero sterili, e venner dimenticate. In luogo di esse ebbe credito e prevalse il sistema compilato da Ptolomeo che della terra faceva il centro del mondo; sistema erroneo, ma in apparenza più vicino alla testimonianza dei sensi.

Nel 1540 Copernico cercò di porre in credito il sistema solare, ma tuttavia la rotazione della terra seguitò ad incontrare vecchie opposizioni

provenienti da false idee sul movimento dei corpi staccati dal suolo. Galileo, interrogando direttamente la natura con le esperienze sulla caduta dei corpi, contribuì moltissimo a stabilire giusti principii di meccanica, e cancellò gli errori che avevan prevalso per la troppa leggerezza nel generalizzare. Gli esperimenti del Galileo può dirsi che dischiudessero al Newton la via per la quale pervenne al principio della *Gravitazione universale*, alla valutazione dei movimenti delle grandi masse dell' universo. Ma inoltre Newton trovò preparate le leggi di Keplero, le quali, riassumendo i risultati di molte ed assai precise osservazioni, indicavano i movimenti effettuati dai pianeti. Questa base di fatto estesa ed accurata servì a stabilire l'esattezza e l' importanza del principio di Newton con le verificazioni delle sue conseguenze. Qui metterebbe conto riportare le espressioni con le quali Newton concludeva terminando il suo libro « Philosophiae naturalis principia mathematica », per rammentare che Egli si guardò bene dal lasciarsi trasportare in vedute che eccedessero la base di fatto sulla quale appoggiava. Newton assegnò i caratteri della gravitazione, ma non fece ipotesi sulle cagioni di tal forza, poichè tali cagioni non potè dedurre dai fenomeni.

Ipotesi deve dirsi tutto ciò che non si deduce dai fenomeni, e le ipotesi sia metafisiche, sia fisiche, sia di qualità occulte, o meccaniche, non hanno luogo nella filosofia sperimentale.

Le ipotesi devono essere adoprate solo come un mezzo di ricerca per guidarsi negli esperimenti e nelle verificazioni, esse posson costituire erudizione, ma non scienza. Lo stesso Newton sentiva che a ridurre ad unità le forze fisiche potrebbero venire assunte le azioni di un fluido elastico sottilissimo, l'etere; ma preferiva terminare il libro avvisando che tali azioni devono essere determinate e mostrate accuratamente per mezzo di esperimenti, dei quali non si aveva copia sufficiente.

Attualmente i fatti conosciuti son più numerosi e vi è notevol tendenza a ravvicinarli sotto un medesimo punto di vista; ma volendo, come si deve, dare alle vedute ipotetiche il peso che gli spetta, non possono ancora esser del tutto abbandonate le indeterminazioni contenute in un esame separato degli agenti fisici. Per questo i trattati della Fisica restan divisi in cinque parti; nelle prime quattro vien fatto separatamente lo studio degli agenti fisici, cioè del movimento corporeo, della luce, del calore, della elettricità e magnetismo; nell' ultima vengon prese in esame le reciproche relazioni fra questi agenti. L' esposizione vien corredata di verificazioni sperimentali onde le cognizioni abbiano il carattere che gli spetta.

Gli Antichi, che trascurarono gli esperimenti, non solo avevano idee difettose nella parte meccanica, ma quasi ignoravan del tutto le altre parti della Fisica. Nell' ottica conoscevan

forse poco più dell' uso degli specchi; nel calore non pare che avessero strumenti di misura: nella elettricità, solo sapevano da Talete di Milo la proprietà di attrarre corpicciuoli leggieri che l'ambra acquista per lo sfregamento, nel magnetismo la proprietà di attrarre i pezzetti di ferro che possiede il minerale magnetite. Quanto poi alle correlazioni fra le forze della Natura, può dirsi che gli antichi nulla sapessero di positivo.

Ecco un esperimento che, come quello del Grove, indica la trasformazione della azione luminosa in azione chimica, in elettricità, azione magnetica, movimento, calore; esso è di facil preparazione, ed è molto sensibile. Due lastre di rame pescano da vari giorni nel solfato di rame che riempie una boccia di cristallo, e comunicano con un galvanometro. L'ago magnetico dello strumento stà quasi a zero, mentre il lato della boccia rivolto verso la finestra e che contiene una delle lastre di rame sta difeso da un cartone. Tolto questo diaframma, mentre la poca luce diffusa proveniente dalla finestra agisce sul solfato di rame, l'ago del galvanometro avanza di una ventina di gradi.

Se cerchiamo di renderci conto di un fenomeno qualunque, è facile riconoscere che non possiamo concepirlo avvenuto che per qualche modo di movimento, sia dei corpi, sia delle loro ultime particelle, sia di qualche cosa che sui corpi viene ad agire o da essi si parte. Il mo-

vimento è il concetto più semplice che possa essere assunto per la spiegazione dei fatti; e di già i recenti lavori di molti Fisici distinti che hanno fondato la teoria dinamica del calore, indicando la sussistenza del principio della conservazione delle forze vive nei movimenti molecolari e corporei del mondo, hanno prodotto un grande avanzamento verso tale concetto. Ma tuttora molto resta a fare onde riconoscere i caratteri dei movimenti molecolari, i quali valgano a produrre le proprietà degli agenti fisici, e dei corpi.

La caratterizzazione dei movimenti molecolari è lo scopo verso il quale si dirige la Fisica moderna.

Per raggiungerlo bisogna seguire il metodo sperimentale; bisogna tener ben separato ciò che costituisce le basi di fatto assicurate, le quali specialmente devon formar l' insegnamento, da quanto si riferisca ad ipotetiche spiegazioni.